

Memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento en la educación secundaria *

Juan A. García-Madruga

UNED

Teresa Fernández Corte

IES San Juan de la Cruz

Pozuelo de Alarcón, Madrid

En el presente trabajo se evalúa la memoria operativa, la comprensión lectora y el razonamiento en dos grupos de estudiantes de 1º y 4º de ESO y se analizan las interrelaciones entre estas tres variables cognitivas. Como medidas de estas variables, se utilizan respectivamente la Prueba de Amplitud Lectora de Elosúa, Gutiérrez, García Madruga, Luque y Gárate (1996; versión española del Reading Span Test de Daneman y Carpenter, 1980), el Test de Estrategias de Comprensión de Vidal-Abarca, Gilabert, Martínez, Sellés, Abad y Ferrer (2007), y una prueba de razonamiento proposicional que incluye dos enunciados condicionales y una disyunción incluyente. Se estudia también la capacidad predictiva de estas tres variables con respecto al rendimiento académico, obtenido a partir de las calificaciones finales de los sujetos en diversas materias. Los resultados mostraron incrementos con la edad y el nivel escolar en las medidas de memoria operativa y comprensión lectora, pero no así en el razonamiento proposicional. Se encontró, asimismo, un patrón de correlaciones significativas entre las tres medidas experimentales, así como entre ellas y el rendimiento académico de los estudiantes. En la discusión se analiza el papel que estas variables cognitivas tienen en la explicación de los resultados académicos y se apuntan medidas tendentes a su mejora.

Palabras clave: memoria operativa, comprensión lectora, razonamiento proposicional, rendimiento académico, desarrollo cognitivo.

* Queremos dar las gracias a la Directora del IES "San Juan de la Cruz", Isabel Matía García, y al Consejo Escolar del Centro por su apoyo para la realización de esta investigación. Nuestro agradecimiento especial a todos los alumnos y alumnas que participaron en el estudio, así como a sus padres. Agradecemos también a Rosa Elosúa y a dos anónimos revisores sus comentarios y sugerencias. Esta investigación ha sido financiada mediante una licencia de estudios concedida a la segunda autora por la Comunidad de Madrid, así como por un proyecto de investigación del Ministerio de Educación y Ciencia (BSO2003-02103).

Correspondencia: Juan A. García-Madruga, Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación. Juan del Rosal, 10. UNED, 28040, Madrid, España. Correo electrónico: jmadruga@psi.uned.es

Original recibido: noviembre 2007. *Aceptación final:* febrero 2008..

Working memory, reading comprehension and reasoning in secondary school

The main objective of this paper was to assess working memory, reading comprehension and reasoning abilities of two groups of Secondary School students (1st and 4th levels), and to analyse the relations among these three cognitive variables. As measures of these three variables we used: the 'Prueba de Amplitud Lectora' by Elosúa, Gutiérrez, García Madruga, Luque and Gárate (1996; Spanish version of the Reading Span Test by Daneman and Carpenter, 1980), the 'Test de Estrategias de Comprensión' by Vidal-Abarca, Gilabert, Martínez, Sellés, Abad and Ferrer (2007), and a propositional reasoning test including two conditionals and one inclusive disjunction. Moreover, we studied the predictive capacity of these three variables on educational achievement, measured by students' final scores in diverse subject matters. The results showed an increase with age and school level in working memory and reading comprehension measures but not in propositional reasoning. Likewise, there were a clear pattern of significant correlations between the three experimental variables, as well as between any of them and students' academic scores. In the Discussion the role of these three cognitive variables in explaining of academic achievement is analysed and some ideas for its improvement are proposed.

Key words: working memory, reading comprehension, propositional reasoning, educational achievement, cognitive development.

Existe hoy un importante debate social sobre las dificultades y carencias existentes en la educación en nuestro país. Uno de los asuntos centrales de este debate son los pobres resultados académicos de los alumnos en la Educación Secundaria Obligatoria. A este respecto, destacan los resultados de los informes PISA, promovidos por la OCDE, ya que permiten una comparación con otros países, en particular con los restantes miembros de la Unión Europea. Los resultados más recientes han sido poco alentadores para la educación española en diversas materias y, en particular, en la comprensión lectora. Los datos ofrecidos por los informes PISA coinciden con otras evaluaciones realizadas, y con la preocupación mostrada por los profesores y los investigadores sobre el bajo rendimiento escolar en la Enseñanza Obligatoria. En este trabajo trataremos de arrojar alguna luz sobre este asunto a partir del estudio de tres variables cognitivas que, según el enfoque cognitivo, subyacen al rendimiento académico.

Un editorial reciente de la revista *Cognitive Science* (McNamara, 2006) sostiene que ha llegado el momento de que el enfoque multidisciplinar de la ciencia cognitiva aborde el estudio de un campo aplicado como la educación. Según la autora del editorial, el enfoque cognitivo no sólo ayudará probablemente a esclarecer y resolver los problemas educativos, sino que el estudio de problemas aplicados complejos como la educación, puede a su vez ayudar a comprender mejor el alcance y limitaciones de la propia teoría cognitiva. En este contexto, el presente trabajo tiene como propósito general mostrar la fecundidad del enfoque cognitivo en el análisis, explicación y posible mejora del

aprendizaje y rendimiento escolar, mediante el estudio de tres variables cognitivas básicas: memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento, y su relación con el rendimiento académico.

La memoria operativa hace referencia a la capacidad de procesamiento y almacenamiento de información que nos permite realizar cualquier tarea cognitiva compleja como la lectura, el pensamiento o el aprendizaje. La memoria operativa se ha convertido en uno de los conceptos clave en la explicación cognitiva de los procesos mentales superiores (véase, Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 1986, 2007). El estudio de la memoria operativa en relación con la educación resulta mucho más reciente pero existen ya contribuciones notables en las que se pone de manifiesto la estrecha relación entre ambas (véase, p. ej., Pickering, 2006). La capacidad de memoria operativa varía en las diferentes personas y es una importante fuente de variación, por tanto, de las competencias en comprensión lectora, razonamiento y rendimiento académico.

La comprensión lectora implica la construcción de una representación o modelo mental de la situación que el texto evoca, en el que se integra lo expresado en el texto con los conocimientos del lector (Johnson-Laird, 1983; Just y Carpenter, 1987; van Dijk y Kintsch, 1983). La construcción de esa representación semántica que llamamos modelo situacional es el resultado de un complejo proceso de codificación y manipulación de la información, que incluye procesos intermedios de niveles diferentes, entre los que cabe resaltar el reconocimiento de palabras y acceso léxico, el análisis sintáctico, y el análisis semántico-pragmático. La complejidad de las tareas cognitivas que los sujetos deben realizar cuando pretenden comprender un texto está estrechamente relacionada con la memoria operativa.

La memoria operativa cumple tres funciones importantes en la lectura: *a)* actúa como almacén de trabajo, es decir, es el lugar donde depositan el resultado de sus cálculos los procesos intermedios; *b)* permite las conexiones semánticas de las distintas oraciones del texto añadiendo progresivamente nueva información al modelo mental que construye el lector; y *c)* es la fuente de los recursos cognitivos necesarios para la realización de las diversas tareas implicadas en la comprensión (véase, p.ej., Just y Carpenter, 1987). La relación entre memoria operativa y lectura ha sido establecida en numerosas ocasiones. Así, Daneman y Carpenter (1980), utilizando su prueba de Amplitud Lectora, comprobaron la existencia de correlaciones altas entre la puntuación de memoria operativa y dos pruebas específicas de comprensión lectora. También en nuestro país, diversos estudios (véase, p. ej., García Madruga, Elosúa, Gutiérrez, Luque y Gárate, 1999; Gutiérrez-Calvo, 2003) han mostrado la existencia de correlaciones positivas entre la memoria operativa y diversas medidas de comprensión lectora y de recuerdo.

Hemos visto la relación existente entre la memoria operativa y la comprensión del discurso, así como la complejidad cognitiva que conllevan las tareas de comprensión. Pero, además, la comprensión es la condición necesaria para realizar aprendizajes significativos y forma parte inseparable del pensamiento. El pensamiento implica siempre una manipulación mental, interna, de la información a través de representaciones; comprender un texto significa

re-pensarlo y compartir significados con el autor. Sin embargo, pensar implica generalmente más que comprender, implica una actividad consciente encaminada a manipular, integrar o comparar representaciones, así como a extraer o inferir conclusiones. Aunque muchos procesos psicológicos pueden ser incluidos dentro del pensamiento (la toma de decisiones, la creatividad, el aprendizaje de conceptos complejos), nosotros nos hemos centrado en el razonamiento deductivo ya que es uno de los más característicos y estudiados.

En las tareas de razonamiento deductivo los sujetos tienen que resolver problemas que poseen un punto de partida claro, constituido por una serie de premisas formuladas lingüísticamente y que dan cuenta de un determinado estado de cosas. A partir de esas premisas los sujetos tienen que alcanzar una conclusión y para ello tienen que pensar ordenadamente. La teoría de los modelos mentales (Johnson-Laird, 1983; 2007; Johnson-Laird y Byrne, 1991; García Madruga, Carriedo y González Labra, 2000) sostiene que la clave de la explicación del razonamiento humano está en los procesos semánticos de construcción y manipulación de modelos, es decir, que para lograr una solución correcta en el razonamiento deductivo los sujetos necesitan construir y manipular un tipo de representaciones semánticas a las que llamamos modelos mentales. La construcción y manipulación de estos modelos mentales implica diversas operaciones mentales que sobrecargan la memoria operativa por lo que, cuanto mayor es el número de modelos necesarios para obtener una conclusión, mayor dificultad tendrá la tarea (véase, por ejemplo, Johnson-Laird y Byrne, 1991; García Madruga, Gutiérrez, Carriedo, Luzón y Vila, 2005, 2007).

Otra fuente importante de evidencias sobre la relación entre el razonamiento y la memoria operativa proviene de los estudios entre esta última y la inteligencia. El razonamiento es uno de los componentes básicos de la inteligencia y forma parte principal de los distintos tests y pruebas que se utilizan para evaluarla. En un artículo ya famoso, Kyllonen y Christal (1990) encontraron altas correlaciones entre un conjunto de tareas de razonamiento de las que se utilizan habitualmente en los tests de inteligencia y una serie de tareas de memoria operativa. Estos resultados llevaron a Kyllonen y Christal a sostener, en la práctica, una identificación entre los conceptos de inteligencia y memoria operativa. Sin embargo, la estrecha relación entre inteligencia y memoria operativa ha sido matizada en otros estudios, como el de Süß, Oberauer, Wittmann, Wilhelm y Schulze (1996; Oberauer, Süß, Schulze, Wilhelm y Wittmann, 2000; véase también Ibáñez y García Madruga, 2005). Según estos autores, aunque es cierto que la inteligencia psicométrica está altamente correlacionada con la memoria operativa, la inteligencia y el razonamiento son algo más que memoria operativa por lo que deben ser considerados como conceptos relacionados pero diferentes.

La concepción teórica de la que parte este artículo sostiene que la capacidad de memoria operativa de los estudiantes limita y restringe sus habilidades de comprensión y razonamiento, lo que implica que ésta afecte necesariamente a los procesos de aprendizaje escolar. La competencia en comprensión lectora y razonamiento es fruto, sin duda, del aprendizaje escolar, pero también limita y restringe la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. La comprensión

lectora constituye una habilidad instrumental básica relacionada con el aprendizaje de los alumnos en las diversas materias académicas, especialmente en aquéllas directamente basadas en el lenguaje como son las Ciencias Sociales, la Historia, las Ciencias Naturales y las propias materias lingüísticas. Además, la influencia de las habilidades de comprensión lectora no se reduce únicamente a las propias materias lingüísticas o a las expresadas en el lenguaje natural, sino que se extiende también a materias más alejadas del lenguaje natural como las Matemáticas. Por su parte, las tareas de razonamiento deductivo tienen enorme interés educativo no sólo en materias particularmente deductivas como las Matemáticas, sino también en el resto de disciplinas cuando se trata de comprender en profundidad e integrar nuevos conocimientos.

Estudio experimental

En este trabajo se presenta una investigación realizada con alumnos/as de 1º y 4º de ESO con un doble objetivo: *a)* evaluar su competencia en memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento; *b)* analizar las interrelaciones entre estas tres variables cognitivas, y de todas ellas con el rendimiento académico de los estudiantes.

Existen numerosos estudios que han mostrado que la memoria operativa se incrementa con la edad (véase, p. ej., Elosúa, García Madruga, Gutiérrez, Luque y Gárate, 1997). Es más, según las teorías cognitivas el propio incremento de la memoria operativa es el factor más importante en la explicación del desarrollo cognitivo. A este respecto, dos principales concepciones han sido postuladas como explicación del desarrollo ontogenético de la memoria operativa. En primer lugar, Pascual Leone (1970, 1988) ha propuesto que el aumento estructural en la capacidad del almacén a corto-plazo —el llamado “Espacio Mental”— estaría determinado por factores biológicos relacionados con la maduración del cerebro. No obstante, el punto de vista mayoritario dentro del enfoque cognitivo es el defendido por Case (1974, 1985), quien sostiene que lo que aumenta con la edad durante la infancia y la adolescencia no es la estructura o capacidad total de almacenamiento, sino la eficacia con la que el sujeto realiza las operaciones mentales, lo que supone una liberación de recursos que pueden destinarse al almacenamiento.

Desde la segunda de estas perspectivas, el evidente incremento con la edad en las habilidades de comprensión lectora sería debido principalmente a la automatización de los procesos superficiales de descodificación de palabras y reconocimiento léxico, con la consiguiente liberación de recursos que serían asignados a la comprensión semántica, así como a la adquisición de las diversas estrategias y la mejora en el control metacognitivo que la comprensión lectora requiere (véase, por ej., García Madruga y otros, 1999).

Con respecto al razonamiento deductivo, numerosos estudios han mostrado que las conjunciones (p y q) constituyen un tipo de conectiva básica, muy sencilla, que los niños parecen dominar a partir de los 5 años. Por el contrario, las disyunciones y los condicionales plantean numerosas dificultades a los niños.

Sólo a partir de la adolescencia los estudiantes son capaces de realizar inferencias válidas con enunciados que incluyan la disyunción incluyente (p o q , o ambas) y los condicionales (si p entonces q). Desde la teoría de los modelos mentales se ha propuesto que el desarrollo del razonamiento proposicional se debe a dos factores principales; por un lado, el incremento en la capacidad de procesamiento de la memoria operativa y, por el otro, al incremento en la habilidad lingüística de comprensión de las conectivas lógicas de las premisas (Johnson-Laird, 1988). Los niños irán construyendo una representación que se acercará a la del adulto a partir de la comprensión de las diversas conectivas lógico-lingüísticas. De esta manera, con respecto a los enunciados condicionales, Johnson-Laird (1999) sostiene que los niños pequeños (hasta los 8-9 años) tratan los condicionales como conjunciones, los niños ligeramente mayores (hasta los 12-14 años) los tratan como bicondicionales, y los adolescentes y adultos los tratan como condicionales unidireccionales.

A partir de lo anterior, esperamos encontrar diferencias favorables a los alumnos de mayor edad y nivel escolar en las medidas de memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento. Asimismo, tal y como mostramos en el apartado introductorio, esperamos la existencia de inter-correlaciones significativas entre las diversas variables estudiadas. De forma más precisa, nuestras hipótesis fueron las siguientes:

- 1) Las puntuaciones en las diversas medidas de memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento de los alumnos/as de 4º de la ESO serán superiores a las de los alumnos/as de 1º de ESO.
- 2) Existirán correlaciones significativas entre:
 - a) las puntuaciones en la prueba de memoria, comprensión lectora y razonamiento.
 - b) las puntuaciones en la prueba de memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento, con el rendimiento académico en las diversas materias.

Método

Participantes

Las pruebas de comprensión lectora, de razonamiento y de memoria operativa fueron aplicadas a todos los alumnos de 1º y 4º de ESO del IES "San Juan de la Cruz", situado en Pozuelo de Alarcón (Madrid). El número de participantes de 1º de ESO fue 53; en 4º de ESO el número de participantes fue 46. La edad media de los alumnos de 1º de ESO fue de 13,19 años (rango: 11,9-15,9); en 4º de ESO la media de edad fue de 16,2 años (rango: 14,9-17,9). En total participaron 99 alumnos/as. Debido a que no todos los estudiantes realizaron las tres pruebas, cuando es necesario en los resultados se presenta el número de participantes en cada prueba. De los participantes, 47 son inmigrantes de distintas procedencias, 31 en 1º de ESO y 16 en 4º. La prueba de razonamiento fue realizada por 94 sujetos. Posteriormente, una vez analizados los datos de esta prueba fueron eliminados 19 sujetos cuyas res-

puestas mostraron que no habían alcanzado el nivel mínimo de comprensión de la tarea. De esta manera el número total de participantes en esta prueba fue de 75: 37 de 1º de ESO y 38 de 4º de ESO. Por último, en los resultados de rendimiento académico no se incluyen los alumnos que reciben enseñanza compensatoria o de diversificación curricular; el número de estos sujetos fue un total de 11.

Descripción de las pruebas utilizadas

a) Prueba de Memoria operativa.

Se utilizó la adaptación española del *Reading Span Test* de Daneman y Carpenter (1980), realizada por Elosúa, Gutiérrez, García Madruga, Luque y Gárate (1996). Esta prueba se llevó a cabo individualmente, con la ayuda del ordenador; su aplicación tiene una duración aproximada de 15-20 minutos. En primer lugar los sujetos tienen que leer en voz alta las instrucciones de la prueba que van a realizar. En ellas se les explica que en la pantalla del ordenador irán apareciendo series de frases que tienen que leer en voz alta y que aparecerán sucesivamente (una sola frase cada vez). En cuanto se acaba de leer una frase se pasa a la siguiente. El sujeto tiene que tratar de retener en la memoria la última palabra de cada frase, y, al terminar la serie, cuando aparece en la pantalla un signo de interrogación, debe recordar en voz alta, por orden de aparición, la última palabra de cada frase de esa serie. Cuando el orden es incorrecto la puntuación es menor. Las palabras que hay que recordar en cada serie no tienen relación estructural o semántica entre ellas, al igual que las frases. De este modo se evita el uso de estrategias de asociación que faciliten el recuerdo.

En las instrucciones se les explica a los sujetos que en la pantalla del ordenador aparecerá indicado el número de frases que tendrá cada serie, y que éstas irán aumentando progresivamente de 2 hasta un máximo de 6 frases por serie. Esto implica que también aumenta el número de palabras que el sujeto tiene que recordar en cada serie y, por tanto, la dificultad. La tarea está formada por series de 2, 3, 4, 5 y 6 frases con tres ensayos por nivel: en total 60 frases (de 12 a 14 palabras cada una).

Veamos un ejemplo de una serie de 3 frases:

- 1) *El jefe de policía informó al presidente de que los terroristas planeaban matarle.*
- 2) *Los monumentos históricos son numerosos y están bien presentados en la nueva guía.*
- 3) *Su mujer le regañaba con frecuencia porque no se preocupaba de los niños.*

En esta serie, las palabras que el sujeto tiene que recordar son *matarle*, *guía* y *niños*, a ser posible por ese orden. La prueba termina cuando el sujeto no es capaz de recordar, ni siquiera en un orden equivocado, al menos dos ensayos dentro del mismo nivel.

La Prueba de Amplitud Lectora es una prueba de doble tarea que implica un componente de procesamiento y uno de almacenamiento. Así, al contrario que las pruebas de memoria inmediata, como la Prueba de Amplitud de Palabras

(que consiste simplemente en recordar palabras sueltas), el sujeto se ve obligado a asignar parte de sus recursos cognitivos a la tarea secundaria de leer en voz alta cada una de las frases. Por tanto, el grado de automatización de los procesos de lectura y, en consecuencia, la posibilidad de dejar más recursos libres para el almacenamiento y recuerdo de las palabras es un aspecto fundamental.

b) Prueba de Comprensión lectora

Los participantes realizaron la prueba de Comprensión Lectora (TEC) de Vidal-Abarca, Gilabert, Martínez, Sellés, Abad y Ferrer (2007). Esta prueba utiliza dos tipos de textos, ambos expositivos y de una longitud similar; uno relacionado con las ciencias naturales, titulado 'Los Pingüinos', y otro con las ciencias sociales, titulado 'Los Sioux'. Los sujetos tenían que leer los dos textos, y a continuación responder a 10 preguntas de tipo test con 4 alternativas de respuesta. Las 10 preguntas son de cuatro tipos diferentes:

1. Preguntas sobre inferencias anafóricas (IA).
2. Preguntas sobre inferencias basadas en conocimientos (IC).
3. Preguntas acerca de las ideas explícitas del texto (C).
4. Preguntas sobre ideas de la macroestructura del texto (E).

La distribución de las preguntas en ambos textos es idéntica, como se puede comprobar en la tabla 1.

TABLA 1. TIPOS DE PREGUNTAS EN LOS DOS TEXTOS DEL TEC, ESPECIFICANDO EL NÚMERO DE PREGUNTAS DE CADA TIPO POR TEXTO Y EL TOTAL

<i>Tipo de preguntas</i>	<i>Pingüinos</i>	<i>Sioux</i>	<i>Total</i>
Inferencias anafóricas	3	3	6
Inferencias basadas en el conocimiento	2	2	4
Captación de ideas explícitas	2	2	4
Elaboración de macro-ideas	3	3	6

Antes de iniciar la prueba los participantes debían leer una hoja de instrucciones en la que se les explicaba las características de la tarea. Se resaltó la importancia de:

- Leer primero el texto en su totalidad antes de responder las preguntas.
- El texto puede ser consultado siempre que lo consideren oportuno.
- Es importante leer todas las alternativas antes de responder.

c) Prueba de Razonamiento

La prueba de razonamiento consistió en tres series de problemas, condicionales 'si A entonces B', condicionales 'no-A a menos que B', y disyunciones

basadas en enunciados del tipo ‘*A o B, o ambos*’. Cada serie contenía 8 problemas: 2 ítems de cada una de las cuatro inferencias. Se utilizaron contenidos neutros con informaciones sobre personas y lugares. Cada problema consistía en una premisa proposicional (bien condicional o disyuntiva) y en una premisa categórica correspondiente a las cuatro posibilidades lógicas: A (‘modus ponens’: MP), B (afirmación de consecuente: AC), no-A (negación de antecedente: NA) y no-B (‘modus tollens’: MT). Los sujetos tenían que extraer y escribir las conclusiones en cada problema. A continuación presentamos un ejemplo de los problemas utilizados:

Enunciados

Si Óscar está en Granada entonces Nuria está en Sevilla
 Óscar no está en Granada a menos que Nuria esté en Sevilla
 Óscar está en Granada o Nuria está en Sevilla, o ambos

Premisas categóricas

Óscar está en Granada	(MP)
Nuria está en Sevilla	(AC)
Óscar no está en Granada	(DA)
Nuria no está en Sevilla	(MT)

Las respuestas a los distintos enunciados fueron clasificadas en cuatro tipos: respuestas simétricas cuando la conclusión tiene la misma polaridad (afirmativa o negativa) que la premisa categórica, respuestas no proposicionales (no hay conclusión), respuestas asimétricas, cuando la conclusión tiene diferente polaridad que la premisa categórica, y otras respuestas.

En los enunciados ‘si entonces’ la conclusión válida a las inferencias AC y NA es la respuesta no proposicional ‘no hay conclusión’; en los enunciados ‘a menos que’ la interpretación más usual es la bicondicional por lo que las respuestas simétricas a las cuatro inferencias son conclusiones válidas; por su parte, en los enunciados disyuntivos, la conclusión válida a las inferencias afirmativas es la respuesta ‘no hay conclusión’, mientras que las conclusiones válidas a las inferencias negativas son las respuestas asimétricas.

La prueba de razonamiento nos proporciona, además de los aciertos en cada uno de los enunciados, otras dos medidas importantes: las respuestas de modelos múltiples y los errores superficiales (véase, García-Madruga, Gutiérrez, Carriedo, Luzón y Vila, 2005, 2007). Los problemas de modelos múltiples son los que necesitan al menos la construcción de dos modelos mentales para ser resueltos correctamente (Johnson-Laird y Byrne, 1991). Los errores superficiales aparecen en los enunciados ‘a menos que’ y las disyunciones. Así, en el problema:

Enunciado: Óscar no está en Granada a menos que Nuria esté en Sevilla

Premisa categórica: Óscar no está en Granada

algunos participantes dan como conclusión: ‘Nuria está en Sevilla’. Este tipo de respuesta asimétrica supone una incomprensión completa del enunciado y está producida por un sesgo superficial por el que se emparejan los dos valores

mencionados en el enunciado ('Óscar no está en Granada a menos que Nuria esté en Sevilla'). El mismo tipo de sesgo superficial surge cuando a partir del mismo enunciado 'Óscar no está en Granada a menos que Nuria esté en Sevilla' y la premisa categórica 'Nuria está en Sevilla', los sujetos responden 'Óscar no está en Granada'.

Si en 'a menos que' los errores superficiales son respuestas asimétricas, en la disyunción los errores superficiales aparecen en las respuestas simétricas para las inferencias afirmativas. Así, en el problema:

Enunciado: Óscar está en Granada o Nuria está en Sevilla, o ambos.

Premisa categórica: Óscar está en Granada.

algunos participantes dan como conclusión: 'Nuria está en Sevilla'. Esta respuesta supone también una completa incomprensión del enunciado disyuntivo, y surge asimismo de una estrategia superficial de emparejamiento de los valores mencionados en el enunciado. Lo mismo pasa cuando la premisa categórica es 'Nuria está en Sevilla', y los sujetos dan la respuesta simétrica 'Óscar está en Granada'.

d) Rendimiento académico

Se registraron las calificaciones de las asignaturas siguientes: Idioma Extranjero (Inglés), Lengua Castellana, Ciencias Sociales, Matemáticas, y Ciencias Naturales o Física y Química. Todos los participantes de ambos grupos de edad tuvieron calificaciones en las cuatro primeras asignaturas (Inglés, Lengua Castellana, Ciencias Sociales y Matemáticas) por lo que con ellas se obtuvo una calificación global de rendimiento académico. La optatividad en 4º de ESO explica que solamente algunos alumnos/as cursen Física y Química. No se tuvieron en cuenta registros de los profesores como en otros estudios que relacionan la memoria operativa con el rendimiento académico (Gathercole, Pickering, Knight y Stegmann, 2003), sino estrictamente las calificaciones conseguidas por el alumno o alumna en cada área, lo que en nuestra opinión concede mayor validez al estudio.

Procedimiento

Las pruebas de comprensión lectora y de razonamiento se pasaron colectivamente, cada grupo en su clase y en el horario de tutoría. El orden de realización de las pruebas fue el mismo para todos los sujetos, primero realizaron la prueba de comprensión lectora, después la de razonamiento y por último la de memoria operativa. Se les explicó a los alumnos/as cuál era el objetivo del trabajo y que los resultados no tendrían repercusión en sus calificaciones. La prueba de memoria operativa se pasó individualmente en un lugar habilitado al efecto.

Resultados

Resultados en las diversas medidas

a) Memoria operativa

Los resultados obtenidos en la prueba de MO pueden verse en la tabla 2, donde aparecen también los resultados de cada nivel escolar.

TABLA 2. RESULTADOS DE MO EN LOS DOS NIVELES ESCOLARES Y RESULTADOS GLOBALES

	<i>Puntuación media</i>	<i>Desviación típica</i>	<i>Puntuación mínima</i>	<i>Puntuación máxima</i>
<i>1º de ESO</i> <i>N=50</i>	2,81	0,58	1,9	4,1
<i>4º de ESO</i> <i>N=44</i>	3,07	0,50	2,1	4,3
Total <i>N=94</i>	2,93	0,55	1,9	4,3

Como se puede observar, y se predecía en las hipótesis, los sujetos de nivel escolar superior alcanzaron una puntuación media más alta que los de nivel escolar inferior. Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($t = - 2,30$; $p < 0,02$, unilateral).

b) Comprensión lectora

Los resultados del TEC se pueden ver en la tabla 3. Se presentan los cuatro tipos de respuestas a las preguntas que explicábamos en la descripción de la prueba: inferencias anafóricas, inferencias basadas en conocimiento, elaboración de macro-ideas y captación de ideas explícitas; asimismo, se presentan los resultados globales de la prueba de comprensión. Los datos están presentados en porcentajes de aciertos y se pueden ver también los resultados de cada nivel escolar.

TABLA 3. PORCENTAJES DE ACIERTOS EN LOS CUATRO TIPOS DE PREGUNTAS DEL TEC.

	<i>Inferencias anafóricas</i>	<i>Inferencias conocimiento</i>	<i>Elaboración macro-ideas</i>	<i>Captación ideas explícitas</i>	<i>Puntuación TEC global</i>
<i>1º de ESO</i> <i>N=53</i>	64	45	49	66	56
<i>4º de ESO</i> <i>N=46</i>	82	61	67	82	73
Total <i>N=99</i>	72	53	58	73	64

Como se puede observar, los sujetos de 4º de ESO alcanzaron un porcentaje de aciertos más alto que los de 1º en los cuatro tipos de preguntas de comprensión

lectora. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas en todos los casos (Inferencias anafóricas: $t = 3,71$, $p < 0,001$; Inferencias de conocimiento: $t = 3,04$, $p < 0,002$; Elaboración de macro-ideas: $t = 4,26$, $p < 0,001$; Captación de ideas explícitas: $t = 3,43$, $p < 0,001$; unilateral). El patrón de resultados, no obstante, es semejante en ambos grupos de edad: las preguntas de inferencias anafóricas y de captación de ideas explícitas fueron significativamente más fáciles para los sujetos que las preguntas de inferencias basadas en conocimiento y de elaboración de macro-ideas tanto en 1º de ESO (Anova: $F=13,0$; $p < 0,0001$; Pruebas de Scheffé, $p < 0,01$, en todos los casos) como en 4º de ESO (Anova: $F=17,32$; $p < 0,0001$; Pruebas de Scheffé, $p < 0,01$, en todos los casos).

c) Razonamiento

Como se dijo anteriormente, algunos participantes no respondieron a la mayoría de los problemas o dieron respuestas contrarias a las instrucciones, por ejemplo repitiendo la premisa categórica, por lo que fueron eliminados. De esta manera, se eliminaron 15 sujetos (29%) en 1º de ESO y 4 sujetos (10%) en 4º de ESO. La tabla 4 presenta en porcentajes los resultados de aciertos en cada uno de los enunciados, junto con los aciertos totales y las respuestas de modelos múltiples y errores superficiales para ambos grupos de edad.

TABLA 4. PORCENTAJES DE ACIERTOS EN CADA UNO DE LOS ENUNCIADOS, JUNTO CON LOS ACIERTOS TOTALES Y LAS RESPUESTAS DE MODELOS MÚLTIPLES Y ERRORES SUPERFICIALES PARA AMBOS GRUPOS DE EDAD

	<i>Aciertos 'Si'</i>	<i>Aciertos 'A menos'</i>	<i>Aciertos Disyunción</i>	<i>Aciertos Total</i>	<i>Modelos Múltiples</i>	<i>Errores Su- perficiales</i>
<i>1º de ESO N=37</i>	48	84	39	57	56	28
<i>4º de ESO N=38</i>	48	86	44	59	59	28
<i>Total N=75</i>	48	85	41	58	57	28

Como se puede observar, las diferencias entre los dos grupos de edad en los porcentajes de aciertos fueron mínimas y en ningún caso alcanzaron la significación, por lo que no se confirma nuestra hipótesis sobre la mejora en el razonamiento con el incremento de la edad y el nivel escolar. Tampoco hubo diferencias evolutivas en las respuestas de modelos múltiples y las respuestas superficiales. No hay que olvidar, no obstante, que previamente había sido eliminado un porcentaje relevante de sujetos, especialmente en 1º de ESO.

El patrón de respuestas válidas en ambos grupos de edad fue el mismo. Hubo diferencias entre los tipos de problemas: Los problemas de 'a menos que' fueron más fáciles que los problemas de condicionales 'si entonces' y de disyunciones, en ambos niveles escolares (1º de ESO; Anova: $F=62,76$; $p < 0,0001$; Pruebas de Scheffé, $p < 0,0001$, en los dos casos; 4º de ESO; Anova: $F=41,15$; $p < 0,0001$;

Pruebas de Scheffé, $p < 0,0001$, en los dos casos), no encontrándose diferencias entre los condicionales y las disyunciones, ni en 1º de ESO ni en 4º de ESO.

Los resultados detallados de la prueba de razonamiento pueden verse en las tablas 5 y 6. Destaca el hecho de que en ambos niveles escolares los participantes

TABLA 5. PORCENTAJES DE RESPUESTAS PARA LOS DOS ENUNCIADOS CONDICIONALES Y LA DISYUNCIÓN, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INFERENCIA EN LOS SUJETOS DE 1º DE ESO (LAS RESPUESTAS CORRECTAS ESTÁN EN NEGRITA)

		<i>Premisa Categórica</i>			
		<i>A</i> <i>(MP)</i>	<i>B</i> <i>(AC)</i>	<i>no-A</i> <i>(NA)</i>	<i>no-B</i> <i>(MT)</i>
Si A entonces B	Respuestas simétricas	93	91	82	82
	No hay conclusión	4	4	11	3
	Respuestas asimétricas	1	1	7	11
	Otras	1	4	0	4
No- A a menos que B	Respuestas simétricas	88	84	78	85
	No hay conclusión	4	1	4	3
	Respuestas asimétricas	7	11	14	8
	Otras	1	4	4	4
A o B, o ambos	Respuestas simétricas	43	46	24	23
	No hay conclusión	34	30	23	31
	Respuestas asimétricas	18	18	50	42
	Otras	5	7	3	4

TABLA 6. PORCENTAJES DE RESPUESTAS PARA LOS DOS ENUNCIADOS CONDICIONALES Y LA DISYUNCIÓN, EN FUNCIÓN DEL TIPO DE INFERENCIA EN LOS SUJETOS DE 4º DE ESO (LAS RESPUESTAS CORRECTAS ESTÁN EN NEGRITA)

		<i>Premisa Categórica</i>			
		<i>A</i> <i>(MP)</i>	<i>B</i> <i>(AC)</i>	<i>no-A</i> <i>(NA)</i>	<i>no-B</i> <i>(MT)</i>
Si A entonces B	Respuestas simétricas	100	97	92	92
	No hay conclusión	0	1	0	1
	Respuestas asimétricas	0	0	8	5
	Otras	0	1	0	1
No- A a menos que B	Respuestas simétricas	89	86	86	82
	No hay conclusión	1	1	3	1
	Respuestas asimétricas	9	13	12	17
	Otras	0	0	0	0
A o B, o ambos	Respuestas simétricas	47	41	21	26
	No hay conclusión	34	34	22	18
	Respuestas asimétricas	16	18	55	51
	Otras	3	7	1	4

parecen mostrar un mismo patrón de respuestas claramente bicondicional en los dos condicionales estudiados. Los participantes dan mayoritariamente las respuestas simétricas a las cuatro inferencias tanto en los enunciados ‘si entonces’ como ‘a menos que’, en ambos niveles escolares. Las respuestas válidas ‘no hay conclusión’ a las inferencias AC y NA en los enunciados ‘si entonces’ son muy escasas en ambos niveles escolares. Como se prevé desde la teoría de los modelos mentales, en los enunciados ‘a menos que’ y en las disyunciones aparecen respuestas superficiales erróneas que implican una completa incomprensión del significado de estas conectivas.

d) Rendimiento académico

Los resultados en las asignaturas seleccionadas, y el rendimiento académico global en las asignaturas comunes en ambos niveles escolares, pueden observarse en la tabla 7. Como se puede comprobar las materias más difíciles fueron Física y Química, Matemáticas y Ciencias Sociales.

TABLA 7. PUNTUACIONES MEDIAS EN LAS ASIGNATURAS SELECCIONADAS Y RENDIMIENTO GLOBAL, POR NIVEL ESCOLAR. SE INCLUYE EL Nº DE SUJETOS EN CADA ASIGNATURA ENTRE PARÉNTESIS

	<i>Inglés</i>	<i>Lengua Cast.</i>	<i>Ciencias Sociales</i>	<i>Matemáticas</i>	<i>Ciencias Naturales</i>	<i>Física y Química</i>	Rend. Global
<i>1º ESO</i>	5,3 (52)	5,7 (52)	4,7 (52)	5,2 (52)	5,2 (52)		5,2 (52)
<i>4º ESO</i>	5,1 (36)	6,4 (36)	5,0 (36)	4,2 (36)	5,9 (13)	4,4 (19)	5,2 (36)
Total	5,2 (88)	6 (88)	4,8 (88)	4,8 (88)	5,3 (65)	4,4 (19)	5,2 (88)

En la tabla 7 no se incluyen aquellos alumnos que estaban siguiendo un currículo especial de enseñanza compensatoria o de diversificación. Estos alumnos fueron un total de 11, y sus puntuaciones en memoria operativa, comprensión lectora (TEC) y aciertos en razonamiento no fueron significativamente diferentes de las del resto de sus compañeros. Por el contrario, los sujetos eliminados en razonamiento obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas en el rendimiento académico global: Sujetos eliminados: 4,6; Sujetos no eliminados: 5,5 ($p < 0,05$; unilateral).

Relaciones entre Memoria operativa, Comprensión lectora y Razonamiento

Las correlaciones en los dos grupos de edad y para el total de participantes entre la memoria operativa y las principales medidas de comprensión pueden observarse en la tabla 8. En ambos niveles escolares, así como en el grupo total de participantes, como predecíamos en nuestras hipótesis, la memoria operativa correlaciona en forma positiva y relevante con la medida global de comprensión de textos. Los resultados del análisis de regresión de la memoria operativa sobre el TEC total para todos los participantes confirman claramente la interpretación de que la capacidad de memoria operativa predice la actua-

ción de los sujetos en las tareas de comprensión, explicando el 22% de la varianza ($F(1,92)=26,031$; $Beta=0,47$; $B=0,16$, $p<,00001$).

TABLA 8. CORRELACIONES ENTRE LA MEMORIA OPERATIVA Y LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE COMPRENSIÓN, PARA AMBOS NIVELES ESCOLARES Y PARA EL TOTAL DE PARTICIPANTES

	<i>Inferencias anafóricas</i>	<i>Inferencias conocimiento</i>	<i>Elaboración macro-ideas</i>	<i>Captación ideas explícitas</i>	<i>Puntuación TEC global</i>
1º (N=50)	0,44**	0,17	0,05	0,31*	0,38**
4º (N=44)	0,36**	0,28*	0,39**	0,51**	0,47**
Total (N=99)	0,45**	0,26*	0,26*	0,43**	0,47**

** : $p<0,01$; * : $p<0,05$; unilateral

La tabla 8 incluye también las correlaciones entre la memoria operativa y los distintos tipos de preguntas de la prueba de comprensión, en ambos niveles de edad. Si analizamos los resultados en el grupo de 1º de ESO vemos que las correlaciones son significativas únicamente con las respuestas a las preguntas de inferencias anafóricas y de captación de ideas explícitas; es decir, las correlaciones son más altas con las preguntas más sencillas (véase la tabla 3). Por el contrario, en 4º de ESO las correlaciones fueron significativas con todas las respuestas, tanto con las más sencillas (inferencias anafóricas y captación de ideas explícitas), como con las más difíciles (inferencias de conocimiento y elaboración de macro-ideas). Los análisis de regresión confirman estos resultados. En 1º de ESO la regresión de la variable memoria operativa es significativa únicamente con las inferencias anafóricas, explicando el 19,5% de la varianza ($F(1,48)=11,65$, $Beta=0,44$; $B=0,19$; $p<,002$); y con la captación de ideas explícitas, explicando el 9,6% de la varianza ($F(1,48)=5,13$, $Beta=0,31$; $B=0,13$; $p<,03$). Por el contrario, en 4º de ESO la regresión de la variable memoria operativa es significativa con todas las respuestas menos las inferencias de contenido; es decir, con las inferencias anafóricas, explicando el 13,2% de la varianza ($F(1,42)=6,4$, $Beta=0,36$; $B=0,16$; $p<,02$); con la elaboración de macro-ideas, explicando el 15% de la varianza ($F(1,42)=7,4$, $Beta=0,38$; $B=0,16$; $p<,01$); y con la captación de ideas explícitas, explicando el 26% de la varianza ($F(1,42)=14,81$, $Beta=0,51$; $B=0,21$; $p<,0004$).

Con respecto al razonamiento, dada la ausencia de diferencias entre los dos niveles escolares, en la tabla 9 se presentan las correlaciones entre memoria operativa y las diversas medidas de comprensión de textos con razonamiento para todos los participantes. Como podemos observar, tanto la memoria operativa como las medidas de comprensión muestran correlaciones positivas y significativas con los aciertos en razonamiento, y negativas con las respuestas superficiales. Se confirman de nuevo nuestras hipótesis.

Los resultados del análisis de regresión múltiple de la memoria operativa y el TEC global sobre los aciertos totales en razonamiento muestran que ambas variables explican cerca el 24% de la varianza en la puntuación total de razonamiento ($F(2,71)=10,59$, $p<,0002$). La influencia de la variable memoria operativa

TABLA 9. CORRELACIONES ENTRE LAS MEDIDAS DE MEMORIA OPERATIVA Y COMPRENSIÓN DE TEXTOS, CON LAS PRINCIPALES MEDIDAS DE RAZONAMIENTO PARA LOS PARTICIPANTES DE AMBOS NIVELES ESCOLARES

	<i>Aciertos 'Si'</i>	<i>Aciertos 'A menos'</i>	<i>Aciertos Disyunción</i>	<i>Aciertos Total</i>	<i>Modelos Múltiples</i>	<i>Errores Superficiales</i>
<i>Memoria Operativa</i>	0,03	0,16#	0,35**	0,32**	0,33**	-0,19#
<i>Inferencias anafóricas</i>	0,13	0,18#	0,31**	0,32**	0,35**	-0,29**
<i>Inferencias de contenido</i>	0,24*	0,12	0,24*	0,26*	0,27*	-0,15#
<i>Captación ideas explícitas</i>	0,24*	0,24*	0,17#	0,28**	0,29**	-0,20*
<i>Elaboración macroideas</i>	0,15#	0,25*	0,33**	0,38**	0,37**	-0,27**
<i>Puntuación TEC global</i>	0,25*	0,25*	0,35**	0,41**	0,42**	-0,30**

** : $p < 0,01$; * : $p < 0,05$; # : $p < 0,1$; unilateral.

no llegó a ser significativa (Beta= 0,11; B=0,03; $p=0,35$), pero sí lo fue la variable de comprensión lectora (Beta= 0,40; B=0,30; $p=0,001$).

Realizamos también un análisis de regresión múltiple de las cuatro medidas de comprensión lectora sobre los aciertos totales en razonamiento. Los resultados muestran que las cuatro medidas explican el 18% de la varianza en la puntuación total de razonamiento ($(4,70)=3,87$, $p < 0,007$). La única variable de comprensión lectora que fue significativa fue la captación de ideas explícitas (Beta= 0,26; B=0,15; $p=0,046$).

Relaciones entre Memoria operativa, Comprensión lectora, Razonamiento y Rendimiento académico

En la tabla 10 se presentan las correlaciones entre memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento con las disciplinas académicas seleccionadas y la puntuación de rendimiento académico global para los participantes de ambos niveles escolares. Como se puede observar, tal y como predecíamos en las hipótesis, las medidas en las tres variables –memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento– correlacionan en forma positiva y, la mayor parte de las veces, significativa. También destacan las correlaciones negativas entre los errores superficiales en razonamiento y las diversas medidas de rendimiento académico, alcanzando la significación en Ciencias Sociales, Matemáticas y Física-Química, así como en el rendimiento global.

Los resultados del análisis de regresión múltiple de la memoria operativa, el TEC y las dos medidas de razonamiento (aciertos totales y errores superficiales) sobre la puntuación de rendimiento académico global, muestran que estas variables explican el 25% de la varianza en la puntuación global de ren-

dimiento académico ($F(4,62)=5,24$, $p<,002$). La única variable que llegó a ser significativa fue la comprensión lectora (TEC total: $Beta= 0,28$; $B=2,78$; $p<0,05$), el resto de las variables no alcanzó la significación.

TABLA 10. CORRELACIONES ENTRE MEMORIA OPERATIVA, TEC TOTAL, ACIERTOS Y ERRORES SUPERFICIALES EN RAZONAMIENTO, CON LAS DIVERSAS MEDIDAS DE RENDIMIENTO ACADÉMICO. SE INCLUYE, ENTRE PARÉNTESIS, EL N° DE PARTICIPANTES EN CADA UNA DE LAS MEDIDAS

	<i>Inglés</i>	<i>Lengua Cast.</i>	<i>Ciencias Sociales</i>	<i>Matemáticas.</i>	<i>Ciencias Naturales</i>	<i>Física y Química</i>	<i>Rendim. Global</i>
<i>Memoria Operativa</i>	0,36** (84)	0,29** (84)	0,36** (84)	0,21* (84)	0,13 (61)	0,27 (19)	0,36** (84)
<i>TEC total</i>	0,45** (88)	0,45** (88)	0,43** (88)	0,30** (88)	0,37** (65)	0,52* (19)	0,48** (88)
<i>Aciertos Razonam.</i>	0,25* (68)	0,36** (68)	0,35** (68)	0,35** (68)	0,26* (46)	0,62** (18)	0,38** (68)
<i>Errores Superfic.</i>	-0,19# (68)	-0,25* (68)	-0,28** (68)	-0,32** (68)	-0,31* (46)	-0,50* (18)	-0,30** (68)

** : $p<0,01$; * : $p<0,05$; # : $p<0,1$; unilateral.

Discusión y conclusiones

Puntuaciones de Memoria operativa, Comprensión lectora, Razonamiento y Rendimiento escolar

La primera de nuestras hipótesis sostenía que las puntuaciones en las diversas medidas de memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento de los alumnos/as de 4º de la ESO serían superiores a las de los alumnos/as de 1º de ESO. Estas previsiones se cumplieron excepto la mejora con la edad y nivel académico en las tareas de razonamiento en las que, como se ha señalado anteriormente, no hubo diferencias significativas. Analizaremos con mayor detalle los resultados obtenidos, empezando por la memoria operativa.

El incremento con la edad en la memoria operativa, como vimos en la introducción es totalmente esperable. Sin embargo, los resultados de nuestro estudio no nos permiten rechazar ninguna de las dos hipótesis disponibles: aumento estructural de base biológica, sostenido por Pascual-Leone, o incremento en la eficacia en la realización de los procesos cognitivos, sostenido por Case. El incremento en estas edades, entre 1º y 4º de ESO, en la eficacia en la realización de diversos procesos cognitivos y, en particular, en la lectura y la comprensión se produce en cualquier caso, por lo que la segunda alternativa resulta especialmente atractiva para la mayoría de los investigadores. Por otra parte, los resultados encontrados en ambos grupos de edad son comparables a los encontrados en estudios anteriores. Por ejemplo, en el estudio de Ibáñez y García Madruga (2005) las medias obtenidas en la misma prueba de Amplitud Lectora por dos grupos de participantes de 2º y 4º de ESO fueron, respectivamente, 2,96 y 3,03; es decir, la puntuación de los alumnos de 2º un poco supe-

rior a la de nuestro grupo de 1º, y la puntuación del grupo de 4º algo inferior a nuestro grupo del mismo curso.

Los resultados encontrados en comprensión lectora confirman también nuestra hipótesis de incremento con la edad. En relación estrecha con el párrafo anterior, este incremento se debe, sin ninguna duda, como hemos mostrado en otros estudios (véase, p. ej., García Madruga y otros, 1997, 1999), a dos causas principales: *a*) un incremento en la eficacia de los procesos superficiales de la lectura, lo que libera recursos que permiten ser aplicados a la construcción semántica que implica la comprensión; *b*) la adquisición y mejor uso de estrategias de comprensión.

Esta teoría sobre el desarrollo de los procesos de comprensión en la adolescencia se ve confirmada indirectamente por el patrón de desarrollo que muestran los resultados encontrados: un incremento similar en los distintos tipos de preguntas. Las inferencias basadas en el conocimiento exigen una integración completa de la información textual con los conocimientos previos del lector, es decir, un auténtico trabajo de integración semántica. Asimismo, la elaboración de macro-ideas exige la aplicación de estrategias sofisticadas de generalización y construcción (véase, p.ej., van Dijk y Kintsch, 1983). En 1º de ESO, las preguntas anteriores, que exigen un mayor dominio de las habilidades lectoras, no alcanzan una puntuación del 50%. En cuanto a los otros dos tipos de preguntas, las inferencias anafóricas son necesarias para lograr la coherencia local del texto y su adquisición es más temprana que las inferencias de conocimiento; por su parte, la captación de ideas explícitas exige la aplicación de la macrorregla o macro-estrategia más simple, la de selección-supresión (véase, p.ej., García Madruga y otros, 1999; van Dijk y Kintsch, 1983); no es de extrañar, por tanto, que estas dos últimas preguntas fueran ya correctamente resueltas por la mayoría de los participantes de 1º de ESO.

Al igual que sucedía con la memoria operativa, los resultados encontrados en la prueba de comprensión lectora, en ambos grupos de edad, son comparables a los encontrados en estudios anteriores. Los datos que presentan Vidal Abarca y cols. (2007) como puntuaciones globales del TEC tanto en 1º como en 4º de ESO (57% y 77% de aciertos, respectivamente) son semejantes, aunque ligeramente superiores a los encontrados en nuestro estudio.

En cuanto al razonamiento, la ausencia de un incremento evolutivo demanda alguna explicación. Los resultados muestran que las diferencias entre los dos cursos, 1º y 4º de ESO, aunque siempre en la dirección prevista, fueron escasas. Una posible explicación sobre la ausencia de diferencias en razonamiento es que los resultados en esta prueba estarían afectados por la eliminación de aquellos participantes que no habían comprendido adecuadamente la tarea. A este respecto, comparamos los resultados en memoria operativa y en la puntuación global del TEC, de los participantes eliminados en la prueba de razonamiento con los que la realizaron adecuadamente. Los sujetos eliminados obtuvieron puntuaciones significativamente más bajas tanto en memoria operativa como en comprensión lectora (TEC): M. Operativa: Sujetos eliminados: 2,70; Sujetos no eliminados: 2,98 ($p < 0,03$; unilateral); TEC: Sujetos eliminados: 54%; Sujetos no eliminados: 66% ($p < 0,02$; unilateral). Es decir, la capa-

cidad de memoria operativa y las habilidades lectoras de los sujetos eliminados en la prueba de razonamiento son menores, por lo que la eliminación del 29% de los sujetos en 1º de ESO (15 sujetos), en comparación con el 10% en 4º de ESO (4 sujetos), puede haber mejorado relativamente los resultados del grupo de edad inferior, contribuyendo a la desaparición de diferencias significativas entre ambos grupos.

Pero analicemos con más detalle los resultados en razonamiento. En los tres tipos de enunciados utilizados en la tarea de razonamiento, el condicional 'si entonces', el bicondicional 'a menos que' y la disyunción incluyente, la correcta resolución de las inferencias exigía la construcción de más de un modelo mental, es decir son enunciados de modelos múltiples. No obstante, mientras que los enunciados 'a menos que' demandan únicamente la construcción de dos modelos, los enunciados 'si entonces' y la disyunción incluyente requieren la construcción de tres modelos. Los resultados encontrados confirman que los enunciados de tres modelos fueron en ambos grupos de edad más difíciles que el enunciado bicondicional 'a menos que'.

Como ya analizamos, existe un amplio acuerdo en el patrón evolutivo en las respuestas a los condicionales 'si entonces': los niños pequeños (hasta los 8-9 años) tratan los condicionales como conjunciones, los niños ligeramente mayores (hasta los 12-14 años) los tratan como bicondicionales, y los adolescentes y adultos los tratan como condicionales unidireccionales (véase, p.ej., Johnson-Laird, 1998). Nuestros resultados confirman que los participantes del grupo de 1º de ESO (13 años) interpretan los condicionales 'si entonces' como bicondicionales; es decir, tienden a considerar como correctas las cuatro inferencias condicionales, sin darse cuenta de que las inferencias AC y NA no tienen conclusión válida. Lo que resulta sorprendente es que los sujetos de 4º de ESO (16 años) sigan dando el mismo patrón de respuestas bicondicionales a los condicionales 'si entonces', cuando lo esperable según el patrón evolutivo anterior es que se incrementaran las respuestas correctas 'no hay conclusión' en las inferencias AC y NA. Una posible explicación de este resultado sería que, dado que todos los sujetos tenían que resolver los problemas inferenciales en los tres enunciados, la realización de la tarea bicondicional de 'a menos que' haya influido en una interpretación también bicondicional de 'si entonces'. No obstante, utilizando esta misma prueba en sujetos adolescentes de mayor edad y nivel escolar (2º de Bachillerato), los resultados encontrados recientemente muestran ya un claro patrón condicional para los enunciados 'si entonces' (Carriedo, Elosúa y García Madruga, 2008).

En diversas tareas de razonamiento deductivo, particularmente en los silogismos categóricos, se ha encontrado el llamado 'sesgo contra las respuestas no proposicionales' por el que los participantes en los experimentos prefieren dar una respuesta plausible o probable, antes que dar la respuesta 'no hay conclusión' (véase, p. ej., Revlis, 1975). Por otra parte, las respuestas 'no hay conclusión' son totalmente inusuales en el mundo de la escuela donde se supone que los estudiantes deben dar una respuesta en cualquier caso, y las respuestas probables o cercanas a la correcta suelen ser valoradas mejor que la ausencia de respuesta o reconocer que no existe respuesta válida. Creemos que el hecho de que la

prueba de razonamiento haya sido realizada por una profesora del propio centro educativo puede haber activado este sesgo contra las respuestas 'no hay conclusión', lo que explicaría que no haya diferencias entre los dos grupos de edad.

El rendimiento académico que presentamos en la tabla 8 muestra las medias de los participantes en las diversas materias, así como la media global. Las diferencias entre el número de sujetos, que aparecen entre paréntesis, se deben a que en 4º de ESO existe optatividad y por ello no todos los alumnos/as cursan las mismas materias. Los resultados académicos de nuestro estudio nos permiten obtener una visión de las dificultades de los alumnos de la Educación Secundaria con las diversas disciplinas. A este respecto, destaca el hecho de que las asignaturas más difíciles, en las que la puntuación media es inferior a 5, son Matemáticas, Física y Ciencias Sociales. En cualquier caso, nuestro interés principal en el rendimiento académico estaba en sus relaciones con las tres variables cognitivas, que veremos a continuación.

Relaciones entre las medidas

Nuestra segunda hipótesis sostenía la existencia de correlaciones significativas entre las tres variables experimentales estudiadas. Los resultados confirman ampliamente nuestras expectativas.

Las correlaciones encontradas entre la memoria operativa y el resultado global en la prueba de comprensión en ambos niveles de edad y para el grupo total de participantes son relativamente altas (entre 0,38 y 0,47, véase tabla 9) y estadísticamente muy significativas. Un análisis más detallado de las correlaciones entre la memoria operativa y los diversos tipos de respuestas nos confirma el patrón evolutivo de cambio con el incremento de la edad y el nivel escolar en la comprensión lectora, al que hicimos referencia en el subapartado anterior. Aunque las diferencias entre las correlaciones no son significativas, la correlación entre la memoria operativa y las respuestas a la inferencia anafórica es la más alta en 1º de ESO, mientras que en 4º la correlación más alta es con la respuesta de captación de ideas explícitas. La existencia de un patrón diferente de la implicación de la memoria operativa en las diversas tareas de la comprensión lectora se ve confirmada también por los análisis de regresión. En 1º de ESO, la memoria operativa explica un máximo del 15% de la varianza de las respuestas a las inferencias anafóricas, mientras que en 4º llega a explicar el 26% de las respuestas de captación de ideas explícitas.

El patrón evolutivo anterior es coincidente con lo que sabemos sobre el desarrollo de la comprensión: los alumnos y alumnas de menor edad y nivel escolar se encuentran todavía con notables dificultades en la resolución de una tarea como la resolución de las inferencias anafóricas; asimismo, a los sujetos más jóvenes la captación de ideas explícitas, es decir, la aplicación de la macroregla más fácil de selección-supresión, les causa todavía muchas dificultades a esta edad. Por otra parte, la memoria operativa no parece predecir la actuación de los estudiantes de 1º de ESO en las tareas más difíciles, quizás porque cuando las resuelven bien (menos del 50% de aciertos) lo hacen sin consumir recursos cognitivos, bien por azar, bien mediante recuerdo repetitivo. En cuanto a los

estudiantes de 4º de la ESO, los resultados del análisis de regresión muestran que la memoria operativa predice su actuación en las preguntas más sencillas –inferencias anafóricas y captación de ideas explícitas– que siguen aún planteándoles un desafío; así como en la elaboración de macro-ideas que aplican ya con más habilidad en este nivel escolar, aunque continúa planteándoles importantes dificultades. Sólo las preguntas más difíciles, las inferencias de contenido, que tan importantes son en el aprendizaje profundo o significativo, no son todavía predecibles por la memoria operativa. Esta explicación del patrón evolutivo en la adquisición de la comprensión lectora y su relación con la memoria operativa es coincidente con los estudios existentes en este campo (véase, p.ej., García Madruga y otros, 1997, 1999), aunque debería ser corroborado en otros estudios, mediante la confirmación, por ejemplo, de la aparición en niveles superiores de edad y nivel escolar de una mayor correlación entre la memoria operativa y las inferencias basadas en el conocimiento.

Con respecto a las correlaciones entre la memoria operativa y la comprensión lectora, por una parte, y el razonamiento por otra, los resultados son todavía más interesantes. En primer lugar, las correlaciones de la memoria operativa con las tres principales medidas de razonamiento: aciertos totales, modelos múltiples y respuestas superficiales son de 0,32; 0,33; y -0,19, respectivamente. Pero las correlaciones de la comprensión lectora con estas tres mismas medidas de razonamiento son incluso más altas: 0,41; 0,44; y -0,30. El análisis de regresión múltiple nos muestra que la memoria operativa y la comprensión lectora explican el 24% de la varianza en la puntuación de aciertos totales, siendo significativa únicamente la comprensión lectora. Por otra parte, el análisis de regresión múltiple de las cuatro medidas de comprensión explica el 18% de la varianza en los aciertos totales de razonamiento, siendo ahora significativa únicamente la captación de ideas explícitas. En otras palabras, si la comprensión lectora parece ser la variable cognitiva que mejor explica el razonamiento, la capacidad para captar las ideas explícitas en los textos es, a su vez, la variable básica de la comprensión a la hora de explicar el razonamiento de los estudiantes de secundaria. Otro resultado que cabe destacar es que las respuestas de modelos múltiples y superficiales resultan también predecibles a partir de la memoria operativa y la comprensión lectora. Estos resultados confirman, en primer lugar, la importante función que cumple la memoria operativa en el razonamiento, lo que ha sido puesto ya de manifiesto en diversos estudios (véase, p.ej., García Madruga y otros, 2005, 2007); pero, además, sugieren que la actuación de la memoria operativa se realiza a través de la comprensión lectora, resultado éste totalmente nuevo y que corrobora el papel otorgado a la comprensión semántica por la teoría de los modelos mentales.

En cuanto a los resultados académicos, hemos encontrado correlaciones significativas entre la memoria operativa y la mayoría de las puntuaciones de rendimiento escolar; en particular, con el rendimiento global y las matemáticas (véase, tabla 10). Estas correlaciones muestran la importancia de la memoria operativa en múltiples tareas escolares, que van desde la comprensión de las explicaciones del profesor a la redacción de un texto escrito en un examen, pasando por la comprensión de textos. Las tareas en las que se ven inmersos

los alumnos en los contextos escolares demandan la utilización de recursos cognitivos dedicados tanto al almacenamiento de la información, como a la realización de tareas de procesamiento específicas (véase, Baddeley, 2007). Tareas escolares básicas como, por ejemplo, la construcción de representaciones que permitan comprender un problema y buscar las soluciones adecuadas, o construir nuevos significados que mejoren y amplíen los conocimientos previos, son realizadas según la teoría cognitiva merced a y dentro de la memoria operativa. En este sentido, y con respecto a las relaciones entre la memoria operativa y el aprendizaje conceptual, en un trabajo anterior mostramos que la memoria operativa precedía el aprendizaje significativo complejo en el campo de la Historia (Fernández-Corte y García Madruga, 1998).

En cuanto a la comprensión lectora, la existencia de correlaciones altas (entre 0,30 y 0,52) y muy significativas entre esta variable y las diversas medidas de rendimiento académico muestra que la influencia de esta variable en el rendimiento escolar va más allá del aprendizaje de materias basadas en el lenguaje natural, afectando también al rendimiento en materias como las matemáticas o la física.

Las correlaciones entre las medidas de aciertos totales y errores superficiales en el razonamiento, presentadas en la tabla 10, y las diversas materias académicas varían entre 0,25 y 0,62, para la primera medida, y entre -0,19 y -0,50, para las respuestas superficiales. De esta manera, vemos cómo tanto los aciertos como los errores en el razonamiento están relacionados, de forma muy estrecha en algunos casos, con el rendimiento académico en muy diferentes materias. La relación entre el rendimiento académico y el razonamiento es, quizás, algo más compleja que con la memoria operativa y la comprensión. Resulta claro que las tres variables experimentales estudiadas: memoria operativa, comprensión lectora y razonamiento, tienen una relación compleja con el rendimiento académico; es decir, son a la vez causa y consecuencia del rendimiento académico; pero en el nivel de edad de la enseñanza secundaria, el razonamiento es probablemente en mayor medida consecuencia del aprendizaje escolar reciente que las otras dos variables. Por otra parte, el razonamiento deductivo está directamente relacionado con materias conceptualmente próximas como las Matemáticas o la Física, como muestran las correlaciones de 0,35 y 0,62 con los aciertos totales de razonamiento; o de -0,32 y -0,50 con los errores superficiales, respectivamente; pero también está relacionado con el logro de aprendizajes complejos en materias como las Ciencias Sociales: correlaciones de 0,35 con aciertos totales, y de -0,28 con errores superficiales.

Los resultados del análisis de regresión múltiple nos permiten de nuevo avanzar un poco más al poner de manifiesto que, incluyendo en el análisis las cuatro variables: memoria operativa, comprensión lectora y las dos medidas de razonamiento (aciertos totales y errores superficiales), estas variables explican el 25% de la varianza en la puntuación global de rendimiento académico. No obstante, como sucedió en anteriores análisis de regresión múltiple, la única variable que llegó a ser significativa fue la comprensión lectora. En otras palabras, parece que es de nuevo la comprensión lectora la variable sobre

la que recae el mayor peso en la explicación del rendimiento académico, como pasaba con respecto al razonamiento.

Además, la influencia de la comprensión lectora en el aprendizaje no actúa únicamente por la vía directa de la comprensión lingüística del lenguaje natural. La importancia de la comprensión en la resolución de problemas ha sido puesta de relieve en numerosas ocasiones por la teoría cognitiva (véase, p.ej., Kintsch, 1998; Johnson-Laird, 1983; Newell y Simon, 1972; Rumelhart, 1980; véase también, para una revisión, García Madruga, 2006). Como todos los profesores saben, la comprensión en profundidad de las tareas académicas es un requisito fundamental para poder resolverlas correctamente. La solución de problemas no es un asunto que afecte únicamente a las matemáticas o la física, sino a todas aquellas materias con estructura conceptual compleja y en las que las relaciones entre conceptos ofrezcan distintas posibilidades. De hecho la historia y las demás ciencias sociales presentan crecientemente enormes dificultades de comprensión como puede comprobarse en las calificaciones de nuestros estudiantes. Es fundamental enseñar a los estudiantes a leer detenidamente “los problemas” planteados, a comprenderlos en profundidad, aclarando los conceptos difíciles de tal modo que quede claro en qué consiste la actividad y los requisitos necesarios para resolverla adecuadamente.

Antes de terminar este trabajo nos gustaría comentar brevemente otro asunto de interés al que ya hicimos referencia en la introducción, la relación entre nuestras medidas y la inteligencia, y de todas ellas con el rendimiento académico. En un trabajo reciente de uno de nosotros (Ibáñez y García Madruga, 2005) realizado con dos grupos de estudiantes de 2º y 4º de ESO, se comprobaron las relaciones entre la memoria operativa –que se midió mediante la versión española de la prueba de Daneman y Carpenter y una nueva prueba de analogías verbales (Gutiérrez-Martínez, García-Madruga, Carriedo, Vila y Luzón, 2005)–, la inteligencia psicométrica, y el rendimiento académico. Los resultados fueron semejantes a los encontrados en el presente estudio, encontrándose un conjunto relevante de correlaciones entre las tres variables. Lo que cabe destacar en este momento es que la utilización de nuestras dos medidas de procesos cognitivos de alto nivel, la comprensión lectora y el razonamiento, nos permite encontrar relaciones con el rendimiento académico tan buenas o mejores que las encontradas a partir de la inteligencia psicométrica. Además, en comparación con la inteligencia, estas variables cognitivas tienen un componente educativo más relevante ya que son más claramente fruto del aprendizaje escolar y permiten también una intervención educativa más fácil y eficaz. En este sentido y con respecto a la memoria operativa, algunos autores han comprobado ya que la MO puede desarrollarse de manera explícita en el ámbito educativo (Gathercole, Lamont y Alloway, 2006; Meltzer, 2007). Cabe destacar, asimismo, que variables cognitivas como la memoria operativa, la comprensión lectora y el razonamiento permiten un acercamiento más preciso y detallado a los problemas del aprendizaje académico de lo que lo hace, en principio, el estudio psicométrico de la inteligencia de los estudiantes.

En resumen, nuestros resultados confirman la importante función que cumple la memoria operativa en la resolución de tareas cognitivas complejas

como la comprensión o el razonamiento, así como en aquellas que están implicadas en el rendimiento académico. Asimismo, hemos visto que los aciertos en el razonamiento deductivo predicen el rendimiento escolar en materias muy diversas y, lo que resulta especialmente relevante, que los errores fruto de la aplicación de estrategias superficiales en el razonamiento predicen también, pero en forma negativa, el rendimiento académico; es decir, predicen las puntuaciones bajas en rendimiento académico fruto probablemente de la comisión del mismo tipo de errores superficiales en las diversas tareas académicas. No obstante, lo más importante desde el punto de vista de la mejora de la educación es que la variable central en el análisis de la relación entre las variables cognitivas: memoria operativa, comprensión y pensamiento, con el rendimiento académico, es la comprensión lectora. Nuestros resultados, por tanto, vienen a confirmar lo que las teorías histórico-contextuales han defendido durante el siglo pasado: la adquisición de la lecto-escritura supone no sólo la adquisición de una herramienta específica de gran importancia, sino que implica la adquisición de una tecnología material y cognitiva que subyace a un cambio fundamental en las capacidades de la mente humana (véase, p.ej., Ong, 1982; véase también, para una revisión, García Madruga, 2006).

Dos son en nuestra opinión las principales conclusiones de nuestro estudio con respecto a la mejora de la Educación Secundaria Obligatoria: en primer lugar, debemos actuar en diversos frentes, pero el principal es la mejora de las habilidades de comprensión lectora de los estudiantes; en segundo lugar, el enfoque cognitivo en el análisis en profundidad de los procesos y contextos educativos de aprendizaje y enseñanza resultará, sin ninguna duda, particularmente fructífero.

REFERENCIAS

- Baddeley, A.D. (1986). *Working memory*. Oxford: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. (2007). Working memory, thought and action. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. Bower (Ed.), *Recent advances in learning and motivation*, Vol. 8., New York: Academic Press. Trad. Española: Madrid: Alianza, 1983.
- Carriedo, N., Elosúa, M.R. & García Madruga, J.A. (2008). Working memory, text comprehension and propositional reasoning. Artículo en preparación.
- Case, R. (1974). Structures and strictures: Some functional limitations on the course of cognitive growth. *Cognitive Psychology*, 6(4), 544-574.
- Case, R. (1985). *Intellectual development: birth to adulthood*. Orlando, FL: Academic Press. [Trad. cast. *El desarrollo intelectual*. Barcelona: Paidós, 1989].
- Daneman, M. & Carpenter, P.A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of verbal learning and verbal behavior*, 19, 450-466.
- Elosúa, M.R., García Madruga, J.A., Gutiérrez, F., Luque, J.L. & Gárate, M. (1997). Un estudio sobre las diferencias evolutivas en la memoria operativa: ¿Capacidad o eficiencia? *Estudios de Psicología*, 58, 15-27.
- Elosúa, M.R., Gutiérrez, F., García Madruga, J.A., Luque, J.L. & Gárate, M. (1996). Adaptación española del "Reading Span Test" de Daneman y Carpenter. *Psicothema*, 2, 383-395.
- Fernández-Corte, T. & García-Madruga, J.A. (1998). Constructing historical knowledge at high school: The case of Industrial Revolution. In J.F. Voss & M. Carretero (Eds.), *Learning and reasoning in History. International Review of History Education*, vol.2. Ilford, Essex: Woburn Press.
- García Madruga, J.A. (2006). *Lectura y conocimiento*. Barcelona: Paidós.
- García Madruga, J.A., Carriedo, N. & González-Labra, M.J. (Eds.) (2000). *Mental models in reasoning*. Madrid: UNED.
- García Madruga, J.A., Elosúa, M.R., Gárate, M., Luque, J.L. & Gutiérrez, F. (1999). *Comprensión lectora y memoria operativa. Aspectos evolutivos e instruccionales*. Barcelona: Paidós.

- García Madruga, J.A., Gárate, M., Elosúa, M.R., Luque, J.L. & Gutiérrez, F. (1997). Comprensión lectora y memoria operativa: un estudio evolutivo. *Cognitiva, 1*, 99-132.
- García Madruga, J.A., Gutiérrez, F., Carriedo, N., Luzón, J.M. & Vila, J.O. (2005). Working memory and propositional reasoning: Searching for new working memory tests. In V. Girotto & P.N. Johnson-Laird (Eds.), *The shape of reason. Essays in honour of Paolo Legrenzi*. London: Psychology Press.
- García-Madruga, J.A., Gutiérrez, F., Carriedo, N., Luzón, J.M. & Vila, J.O. (2007). Mental models in propositional reasoning and working memory's central executive. *Thinking and Reasoning, 13* (4), 370-393.
- Gathercole, S.E., Lamont, E. & Alloway, T.P. (2006). Working memory in the classroom. In S.J. Pickering (Ed.), *Working memory and education*. New York: Academic Press.
- Gathercole, S.E., Pickering, S.J., Knight, C. & Stegmann, Z. (2003). Working memory skills and educational attainment: Evidence from national curriculum assessments at 7 and 14 years of age. *Applied Cognitive Psychology, 18*, 1-16.
- Gutiérrez-Calvo, M. (2003). Memoria operativa e inferencias en la comprensión del discurso. In J.A. León (Coord.), *Conocimiento y discurso*. Madrid: Pirámide.
- Gutiérrez-Martínez, F., García-Madruga, J.A., Carriedo, N., Vila, J.O. & Luzón, J.M. (2005). Dos pruebas de amplitud de memoria operativa para el razonamiento. *Cognitiva, 17*, 185-207.
- Ibáñez, R. & García-Madruga, J.A. (2005). Memoria operativa e inteligencia. Un estudio evolutivo. *Infancia y Aprendizaje, 28*, 25-38
- Johnson-Laird, P.N. (1983). *Mental models: Toward a theory of inference, language and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Johnson-Laird, P.N. (1988). The development of reasoning. In P. Bryant & G. Butterworth (Eds.), *Causes of development*. Hemel Hempstead, Herts: Harvester-Wheatsheaf.
- Johnson-Laird, P.N. (1999). Deductive reasoning. *Annual Review, 50*, 109-135.
- Johnson-Laird, P.N. (2000). The current state of the mental model theory. En J.A. García Madruga, N. Carriedo & M.J. González-Labra (Eds.) (2000). *Mental models in Reasoning*. Madrid: UNED.
- Johnson-Laird, P.N. (2007). *How we reason*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Johnson-Laird, P.N. & Byrne, R. (1991). *Deduction*. Hove, East Sussex: LEA.
- Just, M.A. & Carpenter, P.A. (1987). *The psychology of reading and language comprehension*. Newton, Mass.: Allyn y Bacon.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension. A paradigm for cognition*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kyllonen, P.C. & Christal R.E. (1990). Reasoning ability is (little more than) working-memory capacity? *Intelligence, 14*, 389-433.
- McNamara, D.S. (2006). Bringing cognitive science into education, and back again: The value of interdisciplinary research. *Cognitive Science, 30*(4), 605-608.
- Meltzer, L. (Ed.) (2007). *Executive function in education. From theory to practice*. New York: Guilford Press.
- Newell, A. & Simon, H.A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice Hall.
- Oberauer, K., Süß, H.M., Schulze, R., Wilhelm, O. & Wittmann, W. (2000). Working memory capacity – facets of a cognitive ability construct. *Personality and Individual Differences, 29*, 1017-1045.
- Ong, Walter (1982). *Orality and literacy. The technologizing of the word*. London: Methuen. Versión española, *Oralidad y escritura. Tecnologías de la palabra*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Pascual Leone, J. (1970). A mathematical model for the transition rule in Piaget's development stages. *Acta Psychologica, 63*, 301-345.
- Pascual Leone, J. (1988). Organismic processes for neo-piagetian theories: A dialectical causal account of cognitive development. In A. Demetriou, *The neo-piagetian theories of cognitive development: Toward an integration* (pp. 25-64). Amsterdam: North Holland.
- Pickering, S.J. (Ed.) (2006). *Working memory and education*. New York: Academic Press.
- Revlis, R. (1975). Two models of syllogistic reasoning: Feature selection and conversion. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior, 14*, 180-195.
- Rumelhart, D.E. (1980). Schemata: The building blocks of cognition. In R. Spiro, B. Bruce & W.F. Brewer (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension*, (pp. 33-58), Hillsdale, N.J.: LEA.
- Süß, H.M., Oberauer, K., Wittmann, W., Wilhelm, O. & Schulze, R. (1996). Working memory capacity and intelligence: An integrative approach based on Brunswik Symmetry. *Technical Report N° 8, Lehrstuhl Psychologie II, Universität Mannheim*.
- Van Dijk, T.A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. New York: Academic Press.
- Vidal-Abarca, E., Gilabert, R., Martínez, T., Sellés, P., Abad, N. & Ferrer, C. (2007). *Test de Estrategias de Comprensión (TEC)*. Madrid: Instituto Calasanz de Ciencias de la Educación.